

427

**ESTUDO ESTRATIGRÁFICO E PALEOECOLÓGICO EM OCORRÊNCIAS  
FOSSILÍFERAS DA FORMAÇÃO IRATÍ, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL.**

*DIANA MUSSA<sup>1</sup>*

*RONALDO G. DE CARVALHO<sup>2</sup>*

*PAULO ROBERTO DOS SANTOS<sup>2</sup>*

(1) DGM 9º Distr. = DNPM

(2) Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, IGUSP

Os primeiros resultados de estudos lignitoflorísticos em ocorrências fossilíferas da Formação Irati, no Estado de São Paulo, chamam a atenção por causa da apreciável diferença demonstrada pelas associações lignifossilíferas aí presentes. Estas se definem como típicas com respeito a localidades distintas na mesma Formação. Tal fato fez com que se levantasse a indagação sobre o grau de variabilidade faciológica existente nos afloramentos das referidas localidades, bem como sobre o modo de ocorrência dos espécimes de lenho, nas mesmas. A diferenciação, porém, entre as associações lignifossilíferas, acima referida, diz respeito, não tanto, à diversidade de taxa identificados nesses afloramentos, mas, à predominância de alguns deles sobre outros, em afloramentos de localidades diversas.

Estudos modernos sobre anatomia ecológica em plantas recentes (FAHN, 1977) demonstram que certas características anatômicas mesmo consideradas de cunho genético podem realçar de modo mais acentuado ou não as condições ambientais atuantes sobre a planta. Os exemplos mais comumente citados a esse respeito são os *recursos xeromórficos* adotados pela planta, como mecanismo de defesa ou de adaptação e, portanto, de sobrevivência frente à agressividade que certos condicionamentos do ambiente de vida possam impor.

De fato, em relação aos espécimes fósseis certas características que contêm forte "expressão ecológica" devem indicar, também, condicionamentos ambientais extremos, a ponto de as mesmas se tornarem menos ou mais realçadas em espécimes de localidades diversas. É possível pois, que se tornem mais fortes ou atenuadas à medida que se constata certo grau de variação faciológica nos limites da mesma Formação. Portanto, valeria à pena investigar até que ponto o ambiente de sedimentação, evidenciado por sua litologia, poderia fornecer indicações sobre o ambiente de vida da planta. Em outras palavras, até que ponto a anatomia ecológica poderia expressar seu direto relacionamento com o ciclo sedimentar inerente à Formação, evidenciado este através da interpretação de diversos conjuntos faciológicos, concernentes a localidades fossilíferas distintas. Assim sendo, essa é a razão do presente trabalho. Procura-se mostrar, através dele, os resultados dessa primeira fase de abordagem, e quiçá sirvam, esses

dados preliminares, de substrato a futuras pesquisas.

É clássica a aceitação, pela maioria dos autores, de que a Formação Irati representa uma seqüência de camadas notáveis pela uniformidade litológica. Ao se levar em conta a extensão da área abrangida por essa Formação, foram levadas a efeito diversas tentativas de reconhecimento de conjuntos faciológicos diversos, na composição da mesma. A primeira subdivisão que se conhece e que se impôs, como uma subdivisão natural é a que destaca a predominância de dolomitos calcícticos e sílex na parte norte da Bacia do Paraná, isto é, ao norte do Arco de Ponta Grossa (FULFARO, 1971), ao passo que nas regiões abrangidas pela mesma Formação, ao sul do referido arco, verifica-se a diminuição dos calcários e de sílex e a predominância dos folhelhos. FIGUEIREDO (1971), reconheceu nesta Formação, no Estado do Rio Grande do Sul, duas fácies distintas, hoje designadas Membro Tiaraju e Membro Valente. No Estado de São Paulo MEZZALIRA, (1971) propôs para a Formação Irati a subdivisão em duas litobiofácies, A e B. Esse mesmo autor sintetizou em uma tabela as subdivisões propostas anteriormente por outros autores que o precederam e as comparou com as suas litobiofácies (Tabela 1).

Nessa tabela vê-se que, em relação ao Irati, o mais recomendável é ainda tentar a subdivisão com base em fósseis, já que a homogeneidade litológica demonstra-se, quanto a esse aspecto, como um fator negativo. Vê-se que da base ao topo do ciclo de sedimentação Irati a fácies síltica aparece com sua litologia preponderante. Por isso mesmo MENDES et all. (1966) definiram o Irati como um amplo ciclo síltico contendo fácies associadas ou, variações faciológicas de calcários e dolomitos, folhelhos e sílex. Desse modo o Membro Taquaral de ALMEIDA e BARBOSA (1949) e as fácies Ribeirão Grande e Paranapanema de MENDES et all. (1966), passaram a referir-se a este corpo síltico característico do Irati. O Membro Taquaral passou a ser considerado, por conseguinte, como a base da Formação e se caracteriza paleontologicamente pela presença de um crustáceo (*Clarkecaris*) típico de água doce. Acima deste Mb., MEZZALIRA (1971) descreveu diversas espécies do gênero de crustáceo, *Paulocaris*, indicativo de ambiente subaquoso, porém

de águas salobras à salinas. Daí, a subdivisão por esse autor em duas litobiofácies B (= Mb. Taquaral) e A (= demais Membros e fácies indicados na Tabela 1). Com base nos resultados de

MEZZALIRA (1971) objetiva-se situar os dados obtidos das seções levantadas no campo, em diversas localidades novas, bem como os resultados dos estudos lignitoflorísticos.

TABELA I

		Designações	Fácies	Litologias	Fósseis
FORMAÇÃO IRATI	LITOBIOFÁCIES SUP.	Fácies Paranapanema. (Mendes et al. 1966)	Siltico-argilosa	Siltitos de cor cinza esbranquiçada	Restos generalizados de peixes
		Membro Assistência (Barbosa e Gomes, 1958)	Argilo carbonática	Folhetos pirobetuminosos Folhetos pretos Dolomitos alternados com folhelhos Sílex	<i>Paulocaris</i> sp. <i>Pygaspis</i> sp. <i>Ammafalia</i> sp. <i>Stereosternum</i> Espículas de esponjas
		Fácies Ribeirão Grande (Mendes et al. 1968)	Siltico-argilosa	Siltitos de cor cinza	Restos de peixes
		Fácies Bairrinho (Mezzalira, 1971)	Dolomítica ou Calcarenítica	Dolomitos cremes, esbranquiçados e cinzentos	<i>Liocaris</i> sp. Lignispecimes <i>Stereosternum</i> Espículas de esponjas
	LITOBIOFÁCIES INF.	Membro Taquaral (Almeida e Barbosa, 1949)	Siltico-argilo-arenosa	Siltitos cinzentos, amarelados Arenitos Arenitos conglomeráticos em camadas não contínuas	<i>Clarkecaris</i> Restos de peixes Espículas de esponjas

TABELA 1: Litobiofácies da Formação Irati (Quadro 1 de Mezzalira, 1971 – modificado).

TABELA II

		Anatomia ecológica: Indicações	Taxas mais comuns	Localidades
FORMAÇÃO IRATI	Associação IR-A	Canais secretores Lacunas dispersas Ilhotas de esclerênquima Esclereídeos dispersos	<i>Polysolenoxylon</i> Kräusel e Dolianiti <i>Solenopitys</i> Kräusel e Dolianiti <i>Antarticoxylon</i> Seward <i>Barakaroxylon</i> Surange e Maithy <i>Myelontordoxylon</i> Mussa <i>Protopodocarpitys</i> Mussa <i>Parataxopitys</i> Maniero <i>Taxopitys</i> Kräusel	Rio Claro Piracicaba Laranjal Paulista Cezário Lange
	Transição	Canais secretores numerosos Idioblastos esparsos ou em grupos	<i>Polysolenoxylon</i> Kräusel e Dolianiti <i>Solenobrasilioxylon</i> Mussa Medulas do tipo Artisia ( <i>Gondartisia</i> ) <i>Taxopitys</i> Kräusel	Tatui Itapetininga
	Associação IR-B	Diafragmas medulares Idioblastos muito frequentes Diafragmas de esclerênquima ou plataforma de esclerênquima medular. Cristais	<i>Austroscleromedulloxylon</i> Mussa	Porangaba

TABELA 2: Associações preferenciais de taxa segundo as Litobiofácies A e B de Mezzalira (1971).

A tabela 2 sintetiza os primeiros resultados desta pesquisa.

A Figura 1, no texto, representa o mapa de localização da área onde foram levantadas as

seções colunares. Esta contém as cidades tomadas como pontos de referências, nos arredores das quais se distribuem as localidades fossilíferas. Entre diversas outras, foram selecionadas

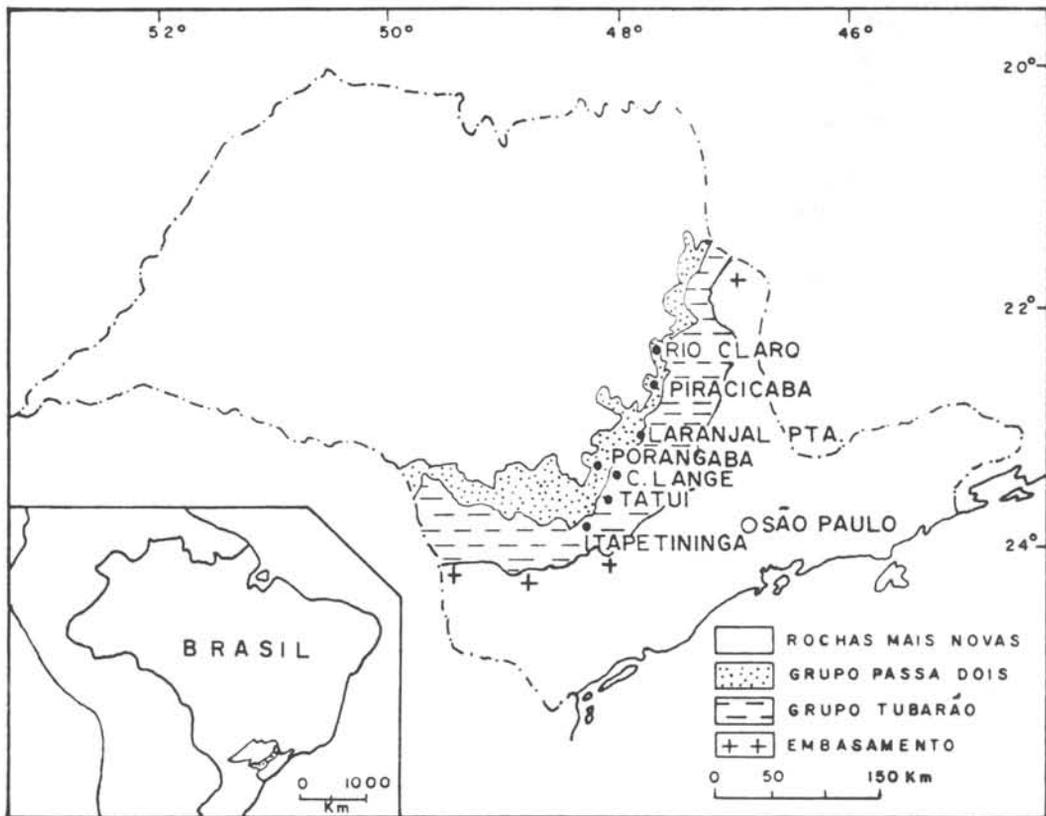


FIGURA 1 - PONTOS DE REFERÊNCIA DA LOCALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS LIGNIFOSSILÍFERAS

sete localidades na área de afloramentos da Formação Irati, no Estado de São Paulo. A partir da região de Piracicaba, essas localidades se distribuem para S-SO. Em cada uma foram levantadas seções assinalando-se os níveis preferenciais de ocorrência dos fragmentos de lenhos fósseis. Verificou-se que nas pedreiras dos arredores de Piracicaba (Fig. 1) os espécimes aparecem em todos os níveis de calcário da seção e também em alguns níveis de folhelho. Como o sílex é particularmente abundante nesta seção é interessante notar que inúmeros fragmentos aparecem parcialmente incrustados de sílex e em geral apresentam a cor escura do folhelho ou a cor clara do calcário ou dolomito. Quanto às pedreiras visitadas, a partir de Piracicaba, em direção à cidade de Porangaba, ou sejam, as pedreiras nos arredores de Cezário Lange, Tatui, Itapetininga e Porangaba, a ocorrência dos espécimes de lenho fóssil parece se restringir aos

calcários da base da seção. Praticamente todos eles ostentam cor esbranquiçada semelhante à cor da rocha calcária onde estavam inclusos.

A Figura 2 representa as sínteses das diversas seções colunares levantadas ou seja, corresponde as seções — tipo das localidades fossilíferas situadas nos pontos extremos da área de ocorrência dos afloramentos examinada no campo. Na Fig. 2 (2) — síntese das seções em pedreiras dos arredores de Piracicaba — observa-se que a partir do banco calcário, na base da seção, as intercalações de folhelhos ocorrem com frequência muito grande e num lapso de tempo relativamente curto. Na mesma seção verifica-se que o sílex é elemento comum em toda ela, ocorrendo ora como nódulos, ora como leitos, algumas vezes regulares e com extensão bastante razoável. Na Fig. 2 (1), ao contrário, observa-se maior escassez do sílex. Este

praticamente só ocorre como nódulos ou como poucos leitos bastante finos e irregulares. A mesma figura indica que deposição de folhelhos a partir de Itapetininga, em direção à Porangaba, é menos proeminente que em Piracicaba. Nota-se que as rochas calcárias, ai, aparecem até o topo da seqüência com espessura um tanto regular.

Portanto, de acordo com MENDES et al. (1966) é possível constatar que deve ter ocorrido oscilações freqüentes, de condições ambientais, na área de deposição do Irati. Tais oscilações podem se traduzir, em outras palavras, como periodismos, de certa forma marcantes em alguns locais e menos acentuados em outros. Isto causou, conseqüentemente, variações laterais de fácies. Conforme os mesmos autores, o Irati representa uma fase redutora dentro de um ciclo de sedimentação mais amplo. Conclue-

-se que os afloramentos dos arredores de Piracicaba evidenciam, pela predominância de folhelhos, condições de periodicidade marcantes indicadas por períodos de suprimento e de rebaixamento de águas. De acordo com a Tabela 2 verifica-se que os espécimes que aparecem nos arredores de Piracicaba ostentam, anatomicamente, recursos xeromórficos mais atenuados que aqueles encontrados nos arredores de Porangaba. Possivelmente, na região de Piracicaba - Rio Claro, ocorreram atenuações periódicas e relevantes nas condições das águas do tipo salobro e salinas, em certas épocas do ano, com chuvas temporárias e, após, períodos de seca e rebaixamento das águas, de modo que as plantas existentes nos arredores desse ambiente de deposição refletem tais condições. Os espécimes provenientes da região Itapetininga - Porangaba, denotam recursos xeromórficos com tonali-

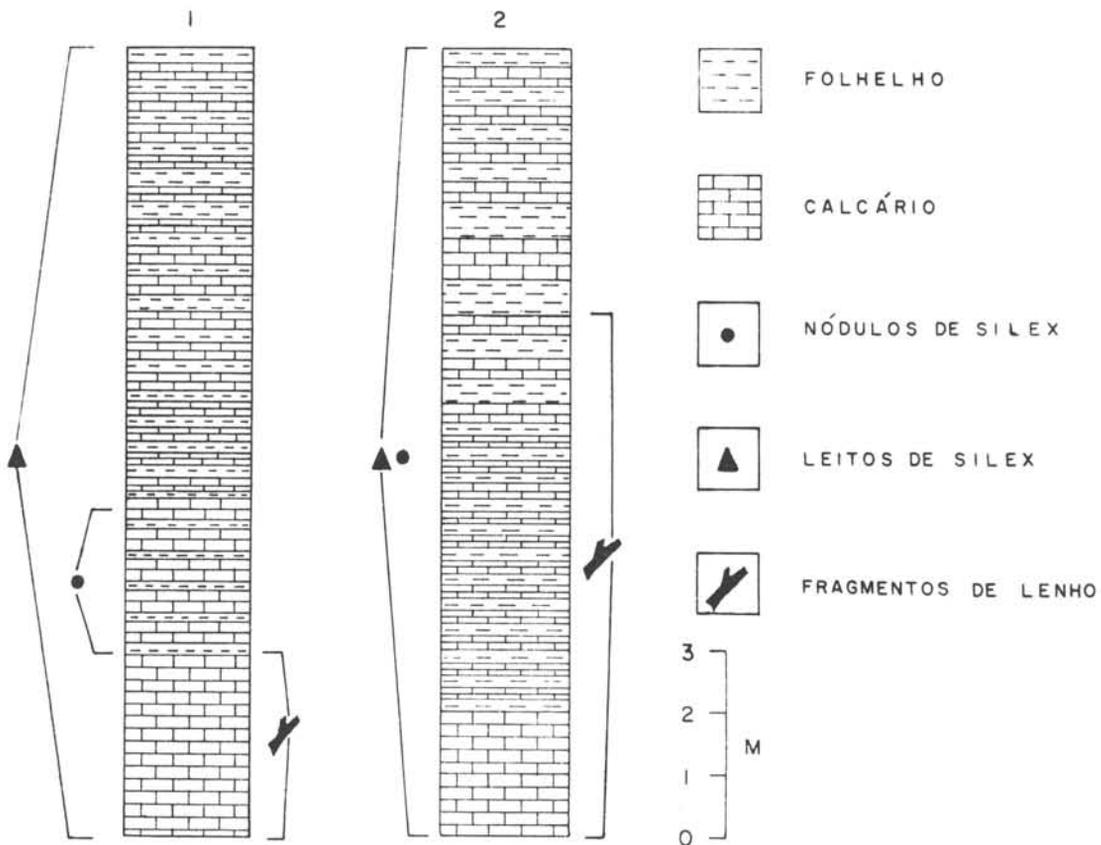


FIGURA 2 - SEÇÕES GEOLÓGICAS : PORANGABA (1) ; PIRACICABA (2).

dades intensas, às vezes, como se observa nas ilustrações da Estampa 1. Certamente, as atenuações de clima ou de tipo de águas em consequência do periodismo pluvial deveriam ser menos relevantes e daí a necessidade de adaptação a condições inóspitas, quanto a natureza dessas águas.

Foge ao escopo deste trabalho a apresentação de descrições anatômicas, contudo, à guisa de ilustração dos resultados sintetizados na Tabela 2, selecionou-se uma forma bastante freqüente nos afloramentos de calcário dolomítico, da região situada entre Tatui e Porangaba, para documentar as presentes conclusões. Esta forma corresponde a um gênero novo. Isto se constata quando o mesmo é comparado aos demais gêneros conhecidos e relativos às formações gondvânicas. Certo é que as células de esclerênquima dispersas, ou formando ilhotas, na medula, são bastante comuns entre os referidos gêneros. Porém, a gênese de verdadeiras plataformas esclerenquimatosas acompanhando todo o contorno medular como se vê em secção transversal (Estampa 1; Fig. 2) e dando origem a um tipo medular diafragmado, como se vê em secção longitudinal (Est. 1; Figs. 3 e 4) é algo de novo em relação aos gêneros do Gondvana. Conhece-se uma forma muito próxima a esta, descrita por DOUBINGER e MARGUERIER (1975) cujo o espécime foi coletado na bacia permiana de St. Affrique, França. Todavia, ao invés de plataformas de esclerenquima (Est. 1; Figs. 3 e 4) situados transversalmente na medula e dividindo-a como verdadeiros diafragmas (Est. 1; Fig. 4) temos, de modo mais atenuado, a presença de ilhotas de esclerênquima dispersas no tecido medular. DOUBINGER e MARGUERIER (1975) compararam a estrutura dessa me-

dula à do gênero *Walchiapremmon* Florin 1940 e consideraram a forma permiana da França relacionada ao gênero *Walchia*, uma conífera. Por outro lado, menciona-se Kräusel (1956) que, ao descrever a medula diafragmada do gênero *Solenoxylon* comenta que, necessariamente, nem todos os tipos de medulas diafragmadas deveriam corresponder a formas de Cordaitales como tipo ou padrão anatômico. Ao contrário, pois, a medula diafragmada deve ser interpretada, muito adequadamente, como recurso anatômico adotado pela planta, em face à agressividade do ambiente. É portanto uma importante característica para as interpretações de ordem ecológica (MUSSA, CARVALHO e SAAD, 1978). Ao gênero ilustrado na Estampa 1 (Figs. 2, 3 e 4) denominou-se *Austroscleromedulloxylon*, cujo xilema secundário é do tipo *Australoxylon* Marguerier 1973. Foi assim denominado por MUSSA, pelas diferenças que demonstra em relação ao gênero de DOUBINGER e MARGUERIER 1975. Além do gênero *Austroscleromedulloxylon* ocorrem também, nesses afloramentos, outros tipos de medulas diafragmadas, como a descrita por MUSSA (1978), no gênero *Solenobrasilioxylon*, como também alguns tipos de medulas lacunizadas com canais secretores, como descrita por KRÄUSEL e DOLIANITI (1958) com respeito ao gênero *Polysolenoxylon* (Est. 1; Fig. 1). Em relação aos gêneros *Austroscleromedulloxylon* e *Scleromedulloxylon* Doubingier e Marguerier é bem provável que ambos se relacionem a verdadeiras coníferas, ao passo que os traços da anatomia de ambos indicariam condições de progressiva aridez ou condições inóspitas quanto ao suprimento de águas no ambiente, em geral consideradas salobras ou salinas.

---

#### ESTAMPA 1

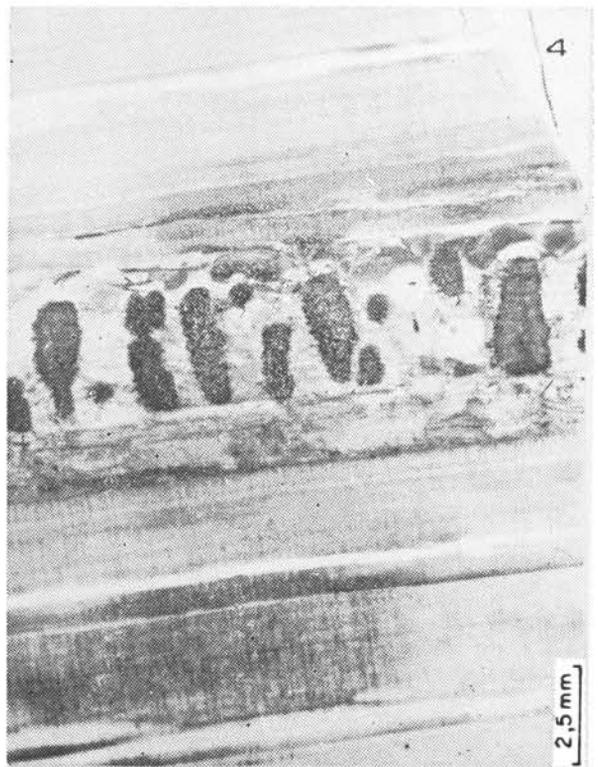
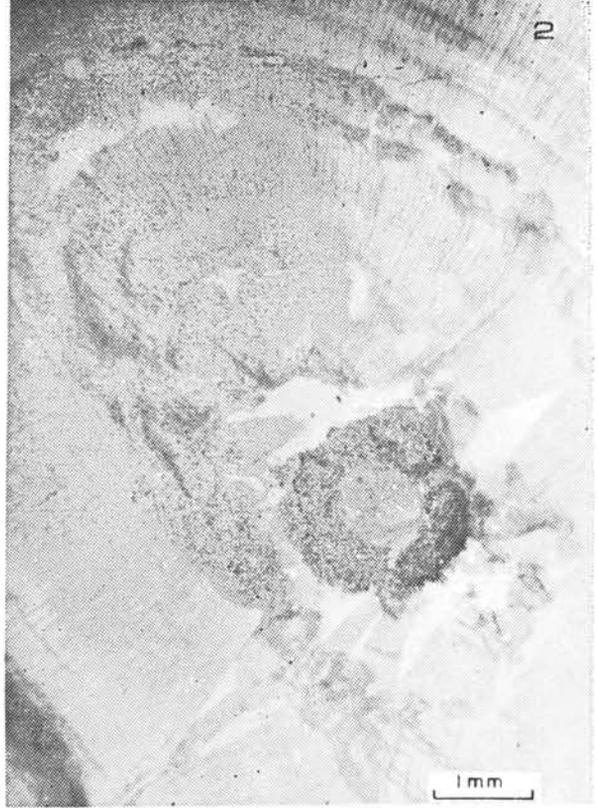
Fig. 1 — *Polysolenoxylon* sp., seção transversal. Medula esclerificada com lacunas e canais (DM-Pb-3311).

Fig. 2 — *Austroscleromedulloxylon geraldinii*, seção transversal. Medula esclerificada. Observa-se na periferia da mesma as plataformas proeminentes de esclerênquima acompanhando o contorno medular (DM-Pb-703).

Fig. 3 — Idem — Na mesma seção observa-se um ramo seccionado longitudinalmente. A medula esclerificada com plataformas transversais de esclerênquima está evidente (DM-Pb-703).

Fig. 4 — Idem — Seção radial. Medula do espécime mostrando a formação de diafragmas transversais a partir das plataformas de esclerênquima (DM-Pb-704).

ESTAMPA I



## BIBLIOGRAFIA

- DOUBINGER, J. & MARGUERIER, J. 1975 — *Étude Anatomique Comparée de Scleromedulloxylon aveyronense, nov. gen., nov. sp., du Permien de St — Afrique (Aveyron, France). Considérations Taxonomiques et Stratigraphiques*. *Geobios* 8 (1): 25-29.
- FAHN, A. 1974 — *Plant Anatomy*. N. York — John Willey & Sons, 1<sup>st</sup> ed.
- FIGUEIREDO FILHO, P. M. 1971 — *Contribuição à Estratigrafia do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- FLORIN, R. 1940 — *Die Koneferen dos Oberkarbons und des untere Perms*. *Palaeontographica*. Stuttgart 85-B (5): 243-363.
- FULFARO, V. J. 1971 — *A Evolução Tectônica e Paleogeográfica da Bacia Sedimentar do Paraná pelo "Trend Surface Analysis"*. Tese de Livre Docência. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- KRÄUSEL, R. 1956 — *Der "Versteinerte Wald" in Kaokoveld Sudwest-Afrika*. *Seckenbergiana Lethaea* 37 (5/6): 441-453.
- MENDES, J. C., FULFARO, V. J., AMARAL, S. E., & LANDIM, P. M. B. 1966 — *A Formação Irati (Permiano) e Fácies Associadas*. *Bol. SBG* 15 (3): 23-43.
- MEZZALIRA, S. 1971 — *Contribuição ao Conhecimento da Geologia de Sub-Superfície e da Paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo*. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 43 (Suplemento): 273-336.
- MUSSA, D. 1978 — *Brasilestiloxyton e Solenobrasilioxyton, dois novos gêneros gondwânicos na Formação Irati, Estado de São Paulo, Brasil*. In: Rösler, O. (Ed.) — *Advances in Paleobotany and allied Sciences in Brazil*. *Bol. Inst. Geoc.*, Universidade de São Paulo, 9: 118-126.
- MUSSA, D., CARVALHO, R.G. de & SAAD, A. R. 1978 — *Medula do tipo Artisia na Formação Irati (Permiano), Estado de São Paulo, Brasil*. In: Rösler, O. (Ed.) — *Advances in Palaeobotany and allied Sciences in Brazil*. *Bol. Inst. Geoc.* Universidade de São Paulo, 9: 114-117.

---

---

## PALINOLOGIA DOS FOLHELHOS DA FAZENDA MUZINHO, FLORIANO, PIAUÍ

MURILO RODOLFO DE LIMA<sup>1</sup>

DIÓGENES DE ALMEIDA CAMPOS<sup>2</sup>

(1) Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, IGUSP

(2) DGM/DNPM

## RESUMO

Os folhelhos da Fazenda Muzinho representam atualmente um dos horizontes estratigráficos mesozóicos mais comumente citados no âmbito da Paleontologia.

O trabalho ora apresentado refere-se, principalmente, à análise polínica desses sedimentos. As espécies identificadas, em número de 13, permitem relacionar as camadas portadoras, em termos cronoestratigráficos, ao Andar Buracica, correspondente ao Cretáceo basal. Considerações relativas à posição estratigráfica dos estratos e ao seu ambiente deposicional são também efetuadas.